

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication.number : 2002-341915

(43)Date of publication of application : 29.11.2002

(51)Int.Cl. G05B 19/4155
B23B 1/00
B23B 7/02
B23Q 15/00
G05B 19/18

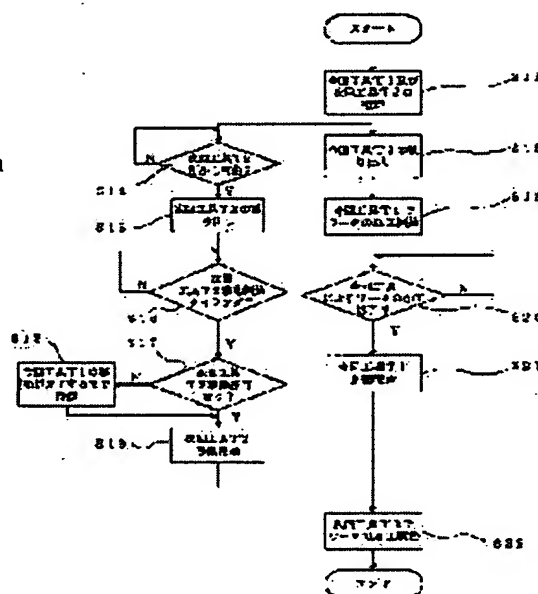
(21)Application number : 2001-146996 (71)Applicant : CITIZEN WATCH CO LTD
(22)Date of filing : 16.05.2001 (72)Inventor : FUJINAWA TADASHI

(54) METHOD FOR MACHINING WORK IN NUMERICALLY CONTROLLED MACHINE TOOL
AND ITS PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for machining a work with which machining time can be shortened by shortening changing time of tools and machining cost for the work can be reduced.

SOLUTION: The method includes a step S11 to specify a present tool and a next tool, steps S12, S13 to index the present tool and to perform a machining of the work, a step S15 to index the next tool, a step S16 to decide whether or not it is timing for movement of the next tool during the machining of the work by the present tool, a step S19 to move the next tool to the work side when it is decided that it is the timing for the movement of the next tool to be at the timing, a step S21 to perform retreat movement of the present tool from the work after completion of the machining by the present tool and a step S22 to start the machining of the work by the next tool substantially simultaneously with separation of the present tool from the work by the retreat movement.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-341915

(P2002-341915A)

(43) 公開日 平成14年11月29日 (2002. 11. 29)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 5 B 19/4155		G 0 5 B 19/4155	X 3 C 0 4 5
B 2 3 B 1/00		B 2 3 B 1/00	N 5 H 2 6 9
7/02		7/02	
B 2 3 Q 15/00		B 2 3 Q 15/00	A
G 0 5 B 19/18		G 0 5 B 19/18	C
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 13 頁)			

(21)出願番号 特願2001-146996(P2001-146996)

(22)出願日 平成13年5月16日(2001.5.16)

(71)出願人 000001960

シチズン時計株式会社

東京都西東京市田無町六丁目1番12号

(72)発明者 藤縄 正

東京都西東京市田無町六丁目1番12号 シ

チズン時計株式会社内

(74)代理人 100086759

弁理士 渡辺 喜平

Fターム(参考) 3C045 AA10 BA24

5H269 AB02 AB31 BB05 CC01 DD01

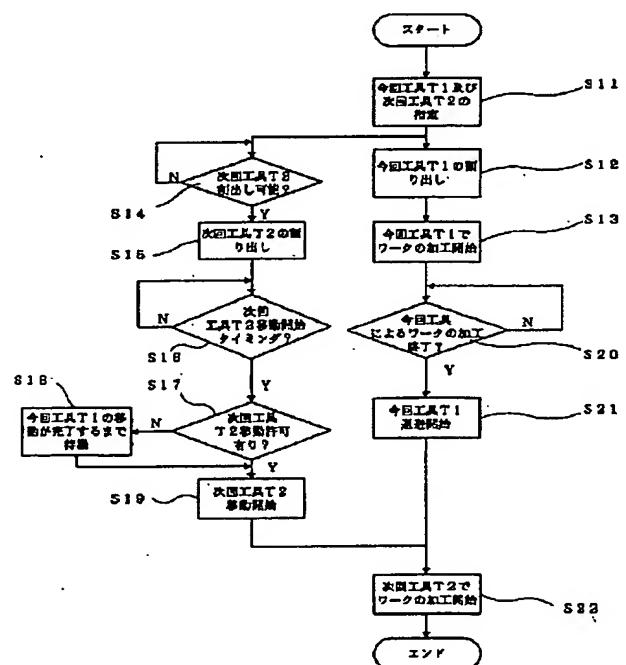
EE29

(54)【発明の名称】 数値制御工作機械におけるワークの加工方法及びそのプログラム

(57)【要約】

【課題】 工具の切り換え時間を短縮することによって加工時間を短縮し、ワークの加工コストの削減を図ることができるワークの加工方法を提供する。

【解決手段】 今回工具と次回工具とを指定するステップS11と、今回工具を割り出し、ワークの加工を行うステップS12、S13と、次回工具を割り出すステップS15と、今回工具によるワークの加工中に、次回工具の移動のタイミングになったかどうかを判断するステップS16と、このタイミングであると判断したときに、次回工具をワーク側に移動させるステップS19と、今回工具によるワークの加工終了後に、今回工具をワークから退避移動させるステップS21と、退避移動によって今回工具がワークから離間すると実質的に同時に、次回工具によるワークの加工を開始させるステップS22とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の工具を備え、割り出し動作によって所定の工具を所定位置に割り出すことが可能な刃物台を複数有し、複数の刃物台の複数の工具を切り換えながらワークの加工を行う数値制御工作機械におけるワークの加工方法において、

一の前記刃物台に装着された今回使用する今回工具と、他の前記刃物台に装着された次回使用する次回工具とを指定するステップと、

この指定に基づいて今回工具を割り出し、ワーク側に移動させて前記ワークの加工を行うステップと、

前記今回工具の割り出しと同時に、又は前記今回工具によるワークの加工中に次回工具を割り出すステップと、前記今回工具によるワークの加工中又はワークからの退避移動中に、次回工具をワーク側に移動させるタイミングになったかどうかを判断するステップと、

このタイミングであると判断したときに、次回工具をワーク側に移動させるステップと、

前記今回工具によるワークの加工終了後に、前記今回工具を前記ワークから退避移動させるステップと、

退避移動によって前記今回工具が前記ワークから離間すると実質的に同時、又は離間した直後に、次回工具によるワークの加工を開始させるステップと、

を有することを特徴とするワークの加工方法。

【請求項2】 前記今回工具が、加工終了後にワークから第一の距離まで移動したときに、次回工具が、前記ワークから第二の距離まで接近していることを特徴とするワークの加工方法。

【請求項3】 前記第一の距離及び前記第二の距離が共に等しく、又は0であることを特徴とする請求項2に記載のワークの加工方法。

【請求項4】 前記次回工具を前記ワークに向けて移動させるタイミングが、前記今回工具によるワークの加工プログラムに基づいて、予め設定されていることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のワークの加工方法。

【請求項5】 前記タイミングの設定を、各工具の移動開始時刻及び移動終了時刻の入力又は移動開始位置の入力及び移動終了位置の入力によって行うことを特徴とする請求項4に記載のワークの加工方法。

【請求項6】 前記タイミングの設定を、各工具の移動開始時刻及び移動終了時刻の入力によって行う場合において、前記今回工具がワークの加工を行っている時間、前記今回工具が加工を終了してワークから退避する時間及び次回工具が待機位置からワークまで移動する時間を、今回工具と次回工具とで対比させたグラフで表示し、このグラフ上で、前記次回工具の移動のタイミングを設定することを特徴とする請求項4に記載のワークの加工方法。

【請求項7】 前記次回工具を前記ワークに向けて移動

させるタイミングを、前記今回工具によるワークの加工寸法、加工中の前記今回工具の位置、前記今回工具の送り速度等と、前記次回工具からワークまで距離、前記次回工具の移動速度等とに基づいて、演算によって自動的に求めることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のワークの加工方法。

【請求項8】 複数の工具を備え、割り出し動作によって所定の工具を所定位置に割り出すことが可能な刃物台を複数有し、複数の刃物台の複数の工具を切り換えながらワークの加工を行う数値制御工作機械の数値制御装置に読み込まれ、前記数値制御工作機械の可動部の制御を行いながらワークの加工を行わせるためのプログラムにおいて、

今回使用する今回工具と次回使用する次回工具の指定を、加工プログラム内の同一のブロックで行うとともに、ワークの加工中又は退避移動中における今回工具の移動を制御するブロック内に、今回工具によるワークの加工中に次回工具の前記ワーク側への移動を許容する指令を含ませたことを特徴とするプログラム。

【請求項9】 前記次回工具の前記ワーク側への移動を許容する指令を、特定の宣言コードを用いて行うことを特徴とする請求項8に記載のプログラム。

【請求項10】 前記次回工具の前記ワーク側への移動を許容する指令を、特定のプログラム文によって定義することを特徴とする請求項8に記載のプログラム。

【請求項11】 前記次回工具の前記ワーク側への移動を許容するかどうかを、プログラムごと、工具ごと又は移動軸ごとにパラメータ化して設定することを特徴とする請求項6～10のいずれかに記載のプログラム。

【請求項12】 前記今回工具がワークの加工を行っている時間、前記今回工具が加工を終了してワークから退避する時間及び次回工具が待機位置からワークまで移動する時間の各グラフを、今回工具と次回工具とで対比させて作成し、このグラフ上で、前記次回工具を前記ワーク側へ移動させるタイミングの設定を行うように促すことを特徴とする請求項6～11のいずれかに記載プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の刃物台を有する数値制御旋盤等の数値制御工作機械に関し、特に、ワークの加工を行う工具の切り換えを迅速に行い、無駄時間を短縮又は無くすることができる数値制御工作機械におけるワークの加工方法及びその加工プログラムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】図10に、二つの刃物台を有する数値制御（NC）旋盤の概略平面図を示す。このNC旋盤200は、主軸220を回転自在に支持する主軸台210と、主軸220の軸線Cの両側に配置された二つの刃物

台、すなわち、櫛刃形の第一の刃物台240及び第二の刃物台260とを有している。第一の刃物台240は、図10の紙面に直交する方向であるY軸方向に移動できるようにサドル241に設けられ、第二の刃物台260は、Y軸方向に移動できるように、サドル261に設けられている。サドル241、261は、主軸軸線Cと水平平面内で直交するX軸方向に移動できるように、刃物台本体230、250に設けられている。刃物台本体230、250は、主軸軸線Cと同方向のZ軸方向に移動できるように、NC旋盤のベッド201に設けられている。

【0003】主軸220の回転中心には図示しない貫通孔が形成されていて、長尺棒状のワークWが、主軸220のこの貫通孔を挿通するようになっている。ワークWは、主軸220の前方(図面の左側)に設けられたガイドブッシュ271から所定長さ先端を突出させた状態で、主軸220の先端に設けられた図示しないチャックによって把持される。工具T1、T2は、刃物台240、260のY軸方向の移動によって所定位置に割り出され、刃物台本体230、250のZ軸方向の移動及びサドル241、261のX方向の移動の組み合わせにより、ワークWに対して位置決めがなされる。

【0004】上記構成のNC旋盤200においては、一定の条件下では、工具T1、T2を同時にワークWに当接させ、工具T1、T2に対してワークWを相対回転させることで、二つの工具T1、T2による加工を同時に行うことができる。しかしながら、種類の異なる工具T1、T2でワークWの加工を行うには、工具T1、T2に対するワークWの相対回転速度などの切削条件が異なるため、多くの場合、種類の異なる工具T1、T2でワークWの同時加工を行うことはできない。

【0005】また、工具T1がワークWの外周面の切削を行うバイト等の切削工具で、工具T2がワークWの外周面に穴あけ加工を行うドリル等の回転工具である場合、工具T1から工具T2に切り換える際には、ワークWの回転を停止させ、所定の回転角度位置に位置決めして固定しなければならない。このように、工具T1、T2によるワークWの同時加工を行うことができない場合は、工具T1によるワークWの加工中には、工具T1及びワークWと干渉が生じない位置で工具T2を待機させておき、工具T1によるワークWの加工終了後に、工具T1を工具T2に切り換えて加工を行う必要がある。

【0006】上記したような場合における、工具T1から工具T2への工具の切り換えの手順を図11(a)～(c)に示す。図11(a)に示すように、第一の刃物台240の今回工具T1によるワークWの加工中には、第二の刃物台260の次回工具T2は、今回工具T1及びワークWと干渉が生じない位置B2で待機している。図11(b)に示すように、第一の刃物台240の今回工具T1によるワークWの加工が終了すると、今回工具

T1がワークWから退避して予め設定された所定の位置A1まで移動する。そして、第一の刃物台240がこの位置A1まで移動して停止したときに、次回工具T2が位置B2からワークWに向けて移動を開始する。この後、図11(c)に示すように、次回工具T2によるワークWの加工が開始される。

【0007】ところで、近年では、ワーク加工のためのさらなるコスト削減の要求から、刃物台による工具の割り出し時間を短縮したり、主軸の回転速度を高速化したりして、加工時間の短縮を図るなどの手段が講じられている。しかしながら、割り出し時間の短縮や主軸の回転速度の高速化等による加工時間の短縮は、近年では実質的に限界に達していて、これまで以上の大幅な加工時間の短縮はほとんど期待することができない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の問題にかんがみてなされたもので、複数の刃物台の工具を交互に切り換えながらワークの加工を行う場合に、工具の切り換え時間を短縮することによって加工時間を短縮し、ワークの加工コストのさらなる削減を図ることができる数値制御工作機械におけるワークの加工方法及びそのプログラムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の発明者は、工具の切り換え時にいわゆる無駄時間が発生するという点に着眼した。すなわち、上記したような従来の工具T1、T2の切り換え工程では、図11(b)に示すように、工具T1と工具T2のいずれによってもワークWの加工が行われていない、いわゆる無駄時間が発生する。そこで、このような無駄時間を短縮又は無駄時間を無くすることによって、加工時間の大幅な短縮を図った。

【0010】さらに発明者は、ワークWの形状にともなう現状の工具の待機位置にも着目した。例えば、図12に示すような場合においては、工具T1、T2の待機位置B1、B2が、ワークWの形状にかかわらず一定であった。すなわち、図12(a)に示すように、大径部Waと小径部Wbとを有するワークWの加工を行う場合に、ワークWの外径Wzを基準として距離L1、L2のところに待機位置をB1、B2を設定している。そのため、小径部Wbの加工を行う際には工具T1、T2からワークWまでの距離が遠すぎて、工具T1、T2がワークWに到達するまでに長時間を要し、多大な無駄時間が発生することになる。そこで、ワークWの形状に応じて待機位置を設定するようにして、加工時間の短縮を図った。本発明では、上記の目的を達成するために、今回工具である工具T1が加工を終えてワークWから所定距離だけ離れたときに、次回工具T2がワークに対して所定距離まで接近するようにした。

【0011】具体的には、請求項1に記載の発明は、複数の工具を備え、割り出し動作によって所定の工具を所

10

20

30

40

50

定位置に割り出すことが可能な刃物台を複数有し、複数の刃物台の複数の工具を切り換えながらワークの加工を行う数値制御工作機械におけるワークの加工方法において、一の前記刃物台に装着された今回使用する今回工具と、他の前記刃物台に装着された次回使用する次回工具とを指定するステップと、この指定に基づいて今回工具を割り出し、ワーク側に移動させて前記ワークの加工を行うステップと、前記今回工具の割り出しと同時に、又は前記今回工具によるワークの加工中に次回工具を割り出すステップと、前記今回工具によるワークの加工中又はワークからの退避移動中に、次回工具をワーク側に移動させるタイミングになったかどうかを判断するステップと、このタイミングであると判断したときに、次回工具をワーク側に移動させるステップと、前記今回工具によるワークの加工終了後に、前記今回工具を前記ワークから退避移動させるステップと、退避移動によって前記今回工具が前記ワークから離間すると実質的に同時、又は離間した直後に、次回工具によるワークの加工を開始させるステップとを有する加工方法である。

【0012】この方法によれば、今回工具の他に次回工具を同時に指定しておくことで、今回工具の加工状況を見計らいながら、次回工具をワーク側に移動させるタイミングを決定することができる。そして、加工プログラムから今回工具によるワークの加工終了時期を予測して、次回工具のワーク側への移動を開始させることで、最良のタイミングで今回工具と次回工具の切り換えを行うことができ、今回工具から次回工具に切り換わるまで時間を最短にして、無駄時間を短縮することができる。また、次回工具の移動開始のタイミングの設定によっては、前記無駄時間を実質的に0とすることも可能である。

【0013】請求項2に記載の発明は、前記今回工具が、加工終了後にワークから第一の距離まで移動したときに、次回工具が、前記ワークから第二の距離まで接近している加工方法である。この方法によれば、今回工具の刃先がワークから第一の距離まで退避したときに、次回工具の刃先がワークから第二の距離まで接近するように設定することが可能である。この場合、請求項3に記載するように、前記第一の距離及び前記第二の距離が共に等しくなるようにしてもよいし、又は、共に0となるようにすることも可能である。第一の距離及び第二の距離を共に0とすることで、無駄時間を0とすることができる。また、ワークの形状にかかわらず、最良のタイミングで今回工具と次回工具の切り換えを行うことができる。

【0014】請求項4に記載の発明は、前記次回工具を前記ワークに向けて移動させるタイミングが、前記今回工具によるワークの加工プログラムに基づいて、予め設定されている加工方法である。このように、本発明では、今回使用工具によるワークの加工を開始する際に、

次回工具が予め指定されているので、今回工具によるワークの加工プログラムに基づいて、今回工具によるワークの加工終了時期を予測することが可能で、かつ、次回工具の移動開始のタイミング設定を予め行うことも可能である。

【0015】請求項5に記載の発明は、前記タイミングの設定を、各工具の移動開始時刻及び移動終了時刻の入力又は移動開始位置の入力及び移動終了位置の入力によって行う加工方法である。このように、タイミングの設定は、次回工具の時刻や位置で入力することが可能である。特に、請求項6に記載するように、前記タイミングの設定を、各工具の移動開始時刻及び移動終了時刻の入力によって行う場合において、前記今回工具がワークの加工を行っている時間、前記今回工具が加工を終了してワークから退避する時間及び次回工具が待機位置からワークまで移動する時間を、今回工具と次回工具とで対比させたグラフで表示し、このグラフ上で、前記次回工具の移動のタイミングを設定するようにするとよい。このようにすると、今回工具による加工状況及び退避動作開始のタイミングをグラフ上で見計らいながら、次回工具の移動開始のタイミングを設定することが容易になる。

【0016】請求項7に記載の発明は、前記次回工具を前記ワークに向けて移動させるタイミングが、前記今回工具によるワークの加工寸法、加工中の前記今回工具の位置、前記今回工具の送り速度等と、前記次回工具からワークまで距離、前記次回工具の移動速度等とに基づいて、演算によって自動的に求める加工方法である。今回工具によるワークの加工終了時期は、今回工具によるワークの加工寸法、加工中の今回工具の位置、送り速度等から予測することができる。また、次回工具がワークの加工を開始するまで時間は、次回工具からワークまで距離、次回工具の移動速度等から予測することができる。そして、これら条件に基づいて、次回工具の移動開始のタイミングを演算によって自動的に求めることができる。

【0017】請求項8に記載の発明は、複数の工具を備え、割り出し動作によって所定の工具を所定位置に割り出すことが可能な刃物台を複数有し、複数の刃物台の複数の工具を切り換えながらワークの加工を行う数値制御工作機械の数値制御装置に読み込まれ、前記数値制御工作機械の可動部の制御を行いながらワークの加工を行わせるためのプログラムにおいて、今回使用する今回工具と次回使用する次回工具の指定を、加工プログラム内の同一のブロックで行うとともに、ワークの加工中又は退避移動中における今回工具の移動を制御するブロック内に、今回工具によるワークの加工中に次回工具の前記ワーク側への移動を許容する指令を含ませたプログラムである。

【0018】この発明によれば、今回工具と次回工具とを同一のブロック内で指定しているので、今回工具の加

工を開始する際には次回工具が何であるかが判明していて、これによって、次回工具の移動開始のタイミングを設定することが可能になる。また、今回工具によるワークの加工中に、次回工具の移動を許容するプログラムを含ませてあるので、これによって、次回工具の移動制限が解除され、前記タイミングでの次回工具の移動が可能になる。

【0019】請求項9に記載の発明は、前記次回工具の前記ワーク側への移動を許容する指令を、特定の宣言コードを用いて行うプログラムである。また、請求項10に記載の発明は、前記次回工具の前記ワーク側への移動を許容する指令を、特定のプログラム文によって定義するプログラムである。このように、次回工具の移動制限を解除して、今回工具によるワークの加工中の移動を許容するのは、所定の宣言コードであってもよいし、所定のプログラム文であってもよい。この発明では、請求項11に記載するように、前記次回工具の前記ワーク側への移動を許容するかどうかを、プログラムごと、工具ごと又は移動軸ごとにパラメータ化して設定することも可能である。

【0020】請求項12に記載の発明は、前記今回工具がワークの加工を行っている時間、前記今回工具が加工を終了してワークから退避する時間及び次回工具が待機位置からワークまで移動する時間の各グラフを、今回工具と次回工具とで対比させて作成し、このグラフ上で、前記次回工具を前記ワーク側へ移動させるタイミングの設定を行うように促すプログラムである。このプログラムによれば、今回工具による加工状況及び退避動作開始のタイミングをグラフ上で容易に判断することができるようになる。そのため、今回工具の加工状況等を見計らいながら、次回工具の移動開始のタイミングを容易に設定することができるようになる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下の説明では、適宜に、図10のNC旋盤を参照するものとする。

【第一の実施形態】図1は、本発明の加工方法の第一の実施形態にかかり、その手順を説明するためのフローチャートである。

【0022】この実施形態の加工方法では、まず、今回工具T1と次回工具T2とを同時に指定する(ステップS11)。そして、第一の刃物台240(図10参照)を割り出し動作させて、今回工具T1を所定位置に割り出し(ステップS12)、第一の刃物台240とともにワークW側に移動させて、今回工具T1によるワークWの加工を開始させる(ステップS13)。次回工具T2については、第二の刃物台260による次回工具T2の割り出しが可能であれば(ステップS14)、第二の刃物台260を割り出し動作させて所定位置に次回工具で

ある工具T2を割り出す(ステップS15)。このとき、第二の刃物台260は、割り出し動作が可能な位置にあり、次回工具T2はワークW及び今回工具である工具T1から十分に離間した位置にあるので、工具T2が工具T1及びワークWと干渉するということはない。

【0023】今回工具T1によるワークWの加工中に、次回工具T2をワークW側に移動させるタイミングになれば(ステップS16)、今回工具T1による加工中に次回工具T2を移動させることについての許可が予めなされていることを条件に(ステップS17)、次回工具T2をワーク側に予め設定された速度で移動させる(ステップS19)。前記許可がなされていないければ、今回工具T1の退避動作が完了するまで、次回工具T2を待機させる(ステップS18)。ステップS19で次回工具T2のワークW側への移動を開始させた後に、今回工具T1によるワークWの加工が終了すれば(ステップS20)、第一の刃物台240とともに今回工具T1をワークWから離間する方向に移動させて、ワークWから退避させる(ステップS21)。

【0024】今回工具T1が予め設定された速度でワークWから離間する方向に移動し、ワークWから所定の距離まできたときに、次回工具T2がワークWに当接する。なお、今回工具T1がワークWから離間すると同時に、次回工具T2のための加工プログラムに基づいて、ワークWの回転速度等の変更が行われる。これにより、次回工具T2によるワークWの加工が可能になる(ステップS22)。次回工具T2と今回工具T1の位置関係は、予め設定された今回工具T1によるワークWの加工長さ、送り速度、ワークWから退避する際の移動速度等と、次回工具T2とワークWまでの移動距離、次回工具T2がワークW側に移動する際の移動速度等とから演算によって求めることができる。したがって、今回工具T1がワークWから所定距離まで退避したときに、次回工具T2がワークWから所定距離まで接近するようにするには、上記した条件に基づいて、ステップS16における次回工具T2の移動開始のタイミングを設定すればよい。

【0025】[プログラムの説明]図2は、図1の加工方法を実行するための加工プログラムの一例を示す図である。ブロックB11では、今回工具T1を「T1200」で指定すると同時に、次回工具T2を「R2100」で指定する。これにより、今回工具T1の割り出しと、次回工具T2の割り出しが可能になる。なお、次回工具T2の割り出し動作及び今回工具T1の移動中における次回工具T2の移動の制御は、この実施形態では別タスクB14で行われることになる。ブロックB12は、ワークWの加工を行う際の今回工具T1の移動指令にかかる部分である。このブロックB12には、今回工具T1の座標位置や送り速度等の指令が含まれる。ブロックB13は、加工終了後の今回工具T1の退避指令に

かかる部分である。末尾の「K1」は、今回工具T1の移動中（加工中）に、次回工具T2の移動を許可するためのコードである。先に説明した図1のフローチャートのステップS17では、このコードが存在するか否かによって、今回工具T1の加工中に次回工具T2の移動が許可されているかどうかを判断する。

【0026】ブロックB13の「X21.0」は、今回工具T1がX=21.0の位置まで移動したときに、次回工具T2がワークWからX=21.0の位置まで接近すること、つまり、X=21.0の位置を今回工具T1と次回工具T2が同時刻に通過することを意味している。これを実現するために、次回工具T2の移動開始のタイミングが決定される。なお、今回工具T1の移動中に、次回工具T2の移動を許可するための識別コードは、上記の「K1」には限られない。例えば、ブロックB13に、X=21.0までの早送りを示す「G0 X21.0」を設定し、この加工終了後の早送り指令が、次回工具T2の移動を許可する指令として機能するように定義してもよい。

【0027】次回工具T2の移動許可は、プログラムごと、工具ごと又は移動軸ごとに設定が可能である。図3は、プログラムごと、工具ごと又は移動軸ごとに次回工具T2の移動許可を設定する設定画面の一例を示すものである。図3に示すように、今回工具T1の移動中に次回工具T2の移動を許可するかどうかは、パラメータで設定することができる。図3(a)は、プログラムごとに設定を行うことができるようにしたもので、今回工具T1と次回工具T2の双方の移動指令が設定されている全てのプログラムについて、次回工具T2の移動許可の設定及びその解除が可能である。図3(b)は、工具ごとに設定を行うことができるようにしたもので、全ての工具T11～T23について、次回工具として指定された場合の移動許可の設定及びその解除が可能である。図3(c)は、移動軸ごとに設定を行うことができるようにしたもので、全ての移動軸において移動許可の設定及びその解除が可能である。

【0028】図4は、図1及び図2を参照しながら説明した第一の実施形態の加工方法及びそのプログラムによるワークWの加工の一例を示す図である。図4(a)に示すように、第一の刃物台240及び第二の刃物台260の割り出し動作によって、今回工具T1と次回工具T2とが所定位置に割り出される。そして、今回工具T1によるワークWの加工が開始される。このとき、次回工具T2は、ワークWから離間した位置B1で待機している。図4(b)に示すように、今回工具T1によるワークWの加工が終了して、今回工具T1がワークWから退避すると同時に、次回工具T2の移動が許可されていることを条件に、次回工具T2がワークWに向けて移動を開始する。

【0029】図4(c)に示すように、次回工具T2が

ワークWに対して予め設定された距離 $\delta 2$ のところまで接近したときに、今回工具T1がワークWから予め設定された距離 $\delta 1$ のところまで退避している。距離 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ は、図2のNCプログラムではX=21.0である。以後、次回工具T2がワークWに当接して、図4(d)に示すように、次回工具T2によるワークWの加工が行われる。

【0030】次回工具T2の移動開始のタイミングは、予め設定してNCプログラムに書き込んでおくものとしてもよいが、今回工具T1によるワークWの加工寸法、加工中の今回工具T1の位置、ワークWの加工中における今回工具T1の移動速度及び今回工具T1がワークWから離間するときの移動速度等と、次回工具T2からワークWまで距離及び次回工具T2の移動速度等と、前記した距離 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ とから、演算によって求めることもできる。なお、タイミングの設定によっては、 $\delta 2 = \delta 1 = 0$ となるようにすることも可能で、このようにすると、無駄時間を0とすることができる。

【0031】距離 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ の設定、今回工具T1と次回工具T2が同時刻にこの距離 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ に達するためのタイミング設定は、刃物台に装着されている全ての工具について設定することができる。図5は、刃物台240、260に装着されている各工具T11～T23について、移動のタイミングを設定するための画面の一例である。図5(a)の設定画面では、第一の刃物台240に装着された工具T11～T13、第二の刃物台260に装着された工具T21～T23について、移動開始時刻と移動終了時刻を設定するようにしている。この設定画面では、今回工具T1が退避移動を開始する移動開始時刻、退避移動を終了する移動終了時刻、次回工具T2が待機位置からワークWに向けて移動を開始する移動開始時刻及び移動終了時刻を適宜に設定することによって、距離 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ 及び今回工具T1と次回工具T2が同時にこの距離 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ のところまで到達する時刻を設定することができる。

【0032】図5(a)に示したような設定画面は、オペレータが設定値を入力しやすいように、図6に示すようなグラフ状の設定画面とすることが可能である。図6に示す設定画面では、今回工具T1による加工状況及び退避動作開始のタイミングを見計らいながら、次回工具T2の移動開始のタイミングを設定することが容易である。図6(a)に示すように、工具T1は、時刻t1でワークWの加工を終了し、ワークWからの退避移動を開始する。工具T1の退避移動は、時刻t2を越えて継続されるが、時刻t2で、今回工具T1が、距離 $\delta 1$ （図4参照）のところまで達する。

【0033】次回工具T2が待機位置からワークW側に移動を開始する開始時刻は、工具T1がワークWからの退避移動を開始する時刻t1とほぼ同じ又は時刻t1よりも若干遅い、時刻t3として設定してある。このよう

11

に設定することで、今回工具T1によるワークWの加工が終了しないうちに、次回工具T2がワークWに当接するという不都合を防止でき、安全に加工を行うことができるという利点がある。次回工具T2は、時刻t4に距離 $\delta 2$ （図4参照）のところまで達し、その後、移動を終了してワークWの加工を開始する。この時刻t4は、今回工具T1が、距離 $\delta 1$ のところまで達する時刻t2と同じになるように、画面上で設定する。

【0034】図6(a)の設定では、今回工具T1によるワークWの加工と次回工具T2によるワークWの加工とが行われていない無駄時間が、若干ながら生じる。そこで、図6(b)に示すように、次回工具T2の開始時刻t3を少し早めて、今回工具T1のワークWの加工中に、次回工具T2の移動を開始するようにしている。このとき、今回工具T1と次回工具T2とが同時刻にワークWに接触することがないように、次回工具T2の移動の終了時刻t4が、グラフ上で少なくとも今回工具T1の退避開始時刻t1よりも右側に位置するように、つまり退避開始時刻t1よりも若干遅い時刻になるように設定する。

【0035】なお、今回工具T1及び次回工具T2の移動のタイミングの設定は、図5(b)に示すように、距離で設定することも可能である。図5(b)は、第一の刃物台240に装着された工具T11~T13、第二の刃物台260に装着された工具T21~T23の移動のタイミングを、距離で設定するものである。この設定画面では、今回工具T1が退避移動を開始する移動開始位置、退避移動を終了する移動終了位置、次回工具T2が待機位置からワークに向けて移動を開始する移動開始位置及び移動終了位置を適宜に設定することによって、今回工具T1と次回工具T2が同時に距離 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ のところまで到達することのできる待機位置を設定することができる。

【0036】〔第二の実施形態〕図7は、本発明における加工方法の第二の実施形態を説明するためのフローチャートである。この第二の実施形態においても、図10のNC旋盤を適宜参照するものとする。この第二の実施形態では、第一の刃物台240（図10参照）の移動を制御するための制御系（第一の制御系）と、第二の刃物台260の移動を制御するための制御系（第二の制御系）とが別々に設けられている。ワークWの加工を開始する前に、第一の制御系と第二の制御系とで加工プログラムの実行開始タイミングの待ち合わせが行われる（ステップS31、S51）。

【0037】その後、今回工具T1と次回工具T2とを指定し（ステップS32、S52）、今回工具T1を所定位置に割り出して（ステップS33）ワークW側に移動させ、今回工具T1によるワークWの加工を開始する（ステップS34）。一方、次回工具T2については、第二の刃物台260の割り出し動作が可能であるか否か

12

を判断し（ステップS53）、可能であれば、次回工具T2を所定位置に割り出し（ステップS55）、可能でなければ、次回工具T2の割り出しが可能になるまで待機する（ステップS54）。今回工具T1によるワークWの加工中に、次回工具T2をワークW側に移動させるタイミングが来れば（ステップS56）、移動許可が設定されていることを条件に（ステップS57）、次回工具T2がワークWに向けて移動を開始させ（ステップS58）、第一の制御系と第二の制御系とで、プログラム実行終了のタイミングを待ち合わせる（ステップS38、S60）。これにより、今回工具T1の退避移動動作と、次回工具T2の移動動作とが同時に終了する。

【0038】なお、移動許可がなされていない場合は（ステップS37、S57）、今回工具T1と次回工具T2とはプログラム実行終了のタイミングを待ち合わせることなく移動して（ステップS36、S59）、個別に移動動作を終了する。第一の制御系では、今回工具T1でのワークWの加工終了後に（ステップS35）、今回工具T1の退避移動を開始させ（ステップS36）、次回工具T2の移動許可があるかどうかに基づいて第二の制御系と待ち合わせを行うかどうかを判断する（ステップS37）。次回工具T2の移動許可があれば、プログラム実行終了のタイミングを待ち合わせる（ステップS38、S60）。

【0039】〔プログラムの説明〕図8は、図7の加工方法を実行するための加工プログラムの一例を示す図である。第一の制御系の先頭のブロックB21と第二の制御系の先頭のブロックB24には、両制御系の加工プログラムの実行開始タイミングを互いに待ち合わせる「!2L10」及び「!1L10」が設定されている。このブロックB21によって、図7のステップS31、S51の待ち合わせが行われる。第一の制御系のブロックB22では、先の実施形態と同様に、今回工具T1と次回工具T2とを同時に「T1200 R2100」で指定している。この実施形態では、次回工具T2の移動制御は第二の制御系で行われるため、第二の制御系の加工プログラムの先頭部分に、次回工具T2を指定する「T2100」が設定されている。

【0040】第一の制御系のブロックB22は、ワークWの加工を行う際の今回工具T1の移動指令にかかる部分である。このブロックB22には、今回工具T1の座標位置や送り速度等が含まれる。ブロックB23は、加工終了後の今回工具T1の退避指令にかかる部分である。末尾の「K2」は、第二の制御系の同じく末尾に「K2」を付したブロックB25と終了待ち合わせを行わせる指令を示すコードである。図7のフローチャートのステップS57及びステップS37では、このコードが存在するか否かによって、今回工具T1の加工中に次回工具T2の移動が許可されているかどうかを判断する。この実施形態においても、次回工具T2の移動許可

を行うコードは上記の「K2」に限られず、他のコードや宣言文を使って移動許可の設定を行うことが可能である。

【0041】図9は、図7及び図8を参照しながら説明した第二の実施形態の加工方法及びプログラムによるワークWの加工の一例を示す図である。図9の加工例では、今回工具T1で小径部Wbの粗加工を行った後、次回工具T2で同一部分の仕上げ加工を行い、次いで、今回工具T1で大径部Waの粗加工を行った後、次回工具T2で同一部分の仕上げ加工を行うものとして説明する。図9(a)に示すように、今回工具T1と次回工具T2とが割り出され、まず、今回工具T1によるワークWの小径部Wbの加工が開始される。このとき、次回工具T2は、ワークWの小径部Wbから十分に離間した待機位置B2で待機している。

【0042】今回工具T1によるワークWの加工中に、次回工具T2の移動のタイミングがくると、次回工具T2の移動が許可されていることを条件に、次回工具T2がワークWに向けて移動を開始する。そして、図9

(b)に示すように、今回工具T1による小径部Wbの加工が終了し、今回工具T1が小径部Wbの表面から距離 $\delta 3$ のところまで退避したときに、次回工具T2が小径部Wbの表面から距離 $\delta 4$ のところまで接近している。図9(c)に示すように、次回工具T2による小径部Wbの加工が行われている間、今回工具T1はワークWから十分に離間した待機位置B1で待機している。これ以後、次回工具T2が今回使用する工具である今回工具T2となり、待機している今回工具T1が次回工具T1となる。

【0043】今回工具T2による小径部Wbの加工終了後に、今回工具T2が退避移動を開始すると、次回工具T1の移動許可がなされていることを条件に、次回工具T1が大径部Waに向けて移動を開始する。そして、図9(d)に示すように、今回工具T2による小径部Wbの加工が終了し、今回工具T2が小径部Wbの表面から距離 $\delta 4$ のところまで退避したときに、次回工具T1が大径部Waの表面から距離 $\delta 3$ のところまで接近している。このようにすることで、ワークWの形状にかかわらず、最良のタイミングで今回工具T1(T2)と次回工具T2(T1)の切り換えを行うことができる。また、次回工具T2(T1)又は今回工具T1(T2)の移動開始のタイミングの設定によっては、無駄時間を0とすることができる。

【0044】本発明の好適な実施形態について説明してきたが、本発明は上記の実施形態により何ら限定されるものではない。例えば、対向する二つの櫛刃形の刃物台を有する数値制御旋盤を例に挙げて説明したが、本発明は櫛刃形に限らずタレット形の刃物台を有する旋盤にも適用が可能であるし、また、旋盤に限らずマシニングセンタ等の他の数値制御工作機械にも適用が可能である。

さらに、本発明の加工方法を実行するための加工プログラムは上記のものに限られず、他の形態の加工プログラムも用いることが可能である。

【0045】

【発明の効果】本発明は上記のように構成されているので、工具切り換えの際の無駄時間を可能な限り少なくする又は無くすることによって加工時間を短縮し、ワーク加工のコストの大幅な削減を図ることができる。また、ワークの形状にかかわらず、最良のタイミングで今回工具と次回工具の切り換えを行うことができ、複雑な形状を有するワークの加工において、工具の切り換えを行う際

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の加工方法の第一の実施形態にかかり、その手順を説明するためのフローチャートである。

【図2】図1の加工方法を実行するための加工プログラムの一例を示す図である。

【図3】図2のブロックB13における次回工具T2の移動を許可する他の設定例にかかり、設定画面を示すものである。

【図4】第一の実施形態の加工方法及びプログラムによるワークWの加工の一例を示す図である。

【図5】刃物台に装着されている各工具について、タイミングの設定を行う場合に表示させる画面の一例を示す図である。

【図6】刃物台に装着されている各工具について、タイミングの設定を行う場合に表示させる画面の一例を示す図で、グラフ状の設定画面にしたがって入力を行うようにした画面の一例である。

【図7】本発明の加工方法の第二の実施形態にかかり、その手順を説明するためのフローチャートである。

【図8】図7の加工方法を実行するための加工プログラムの一例を示す図である。

【図9】第二の実施形態の加工方法及びプログラムによるワークWの加工の一例を示す図である。

【図10】本発明の従来例にかかり、対向した二つの刃物台を有する数値制御旋盤の一例を示す平面図である。

【図11】本発明の従来例にかかり、工具T1から工具T2への切り換えの手順を示した説明図である。

【図12】本発明の従来例にかかり、工具T1から工具T2への切り換えの手順を示した説明図である。

【符号の説明】

200 数値制御旋盤

210 主軸台

230 主軸

240 第一の刃物台

260 第二の刃物台

270 ガイドブッシュ

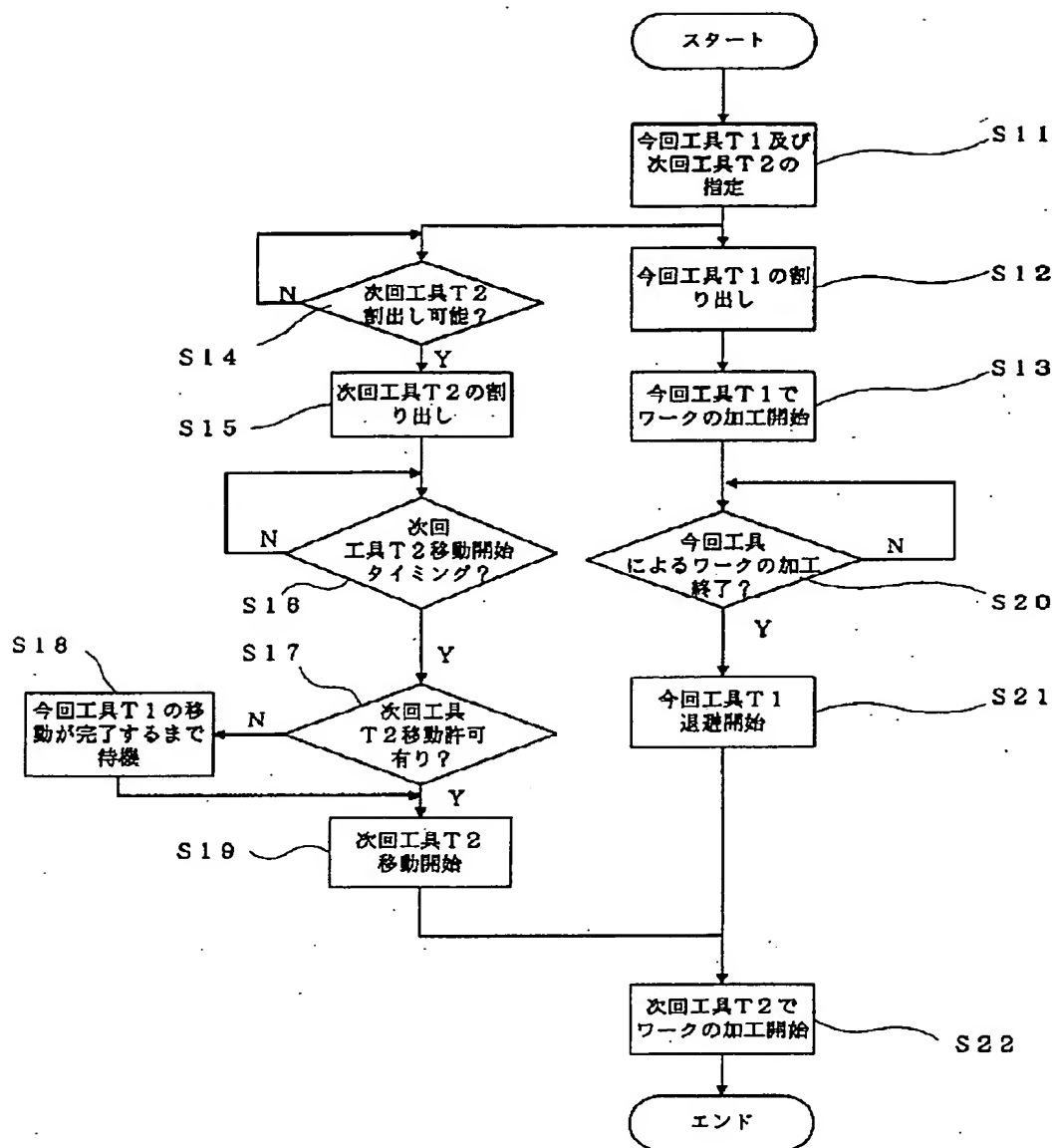
C 主軸軸線

W ワーク
 Wa 大径部
 Wb 小径部

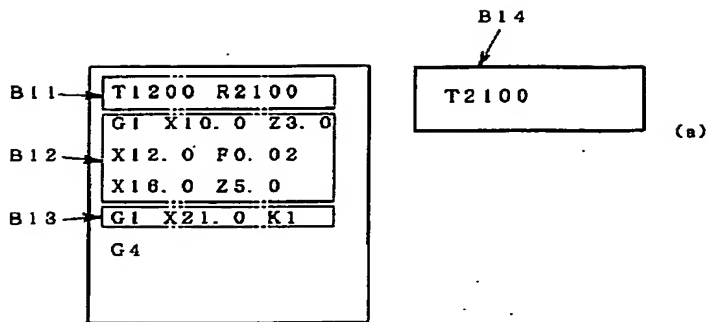
* T1 今回工具
 T2 次回工具

*

【図1】



【図2】



【図3】

アドレス番号	内容
1	する・しない
20	する・しない
500	する・しない
7000	する・しない
7001	する・しない
7002	する・しない
7500	する・しない

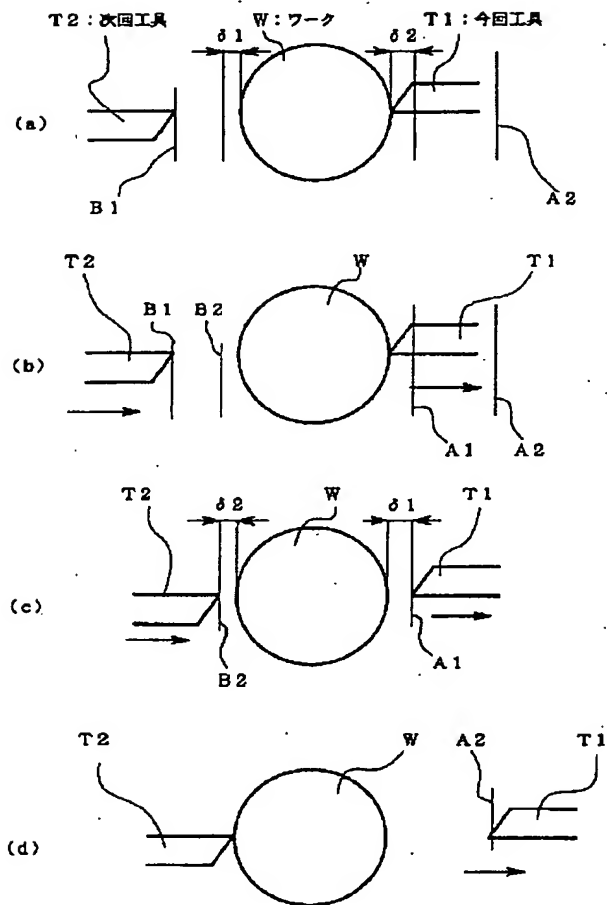
(b)

アドレス番号	内容
T11	する・しない
T12	する・しない
T13	する・しない
T14	する・しない
T15	する・しない
T16	する・しない
T17	する・しない
T18	する・しない

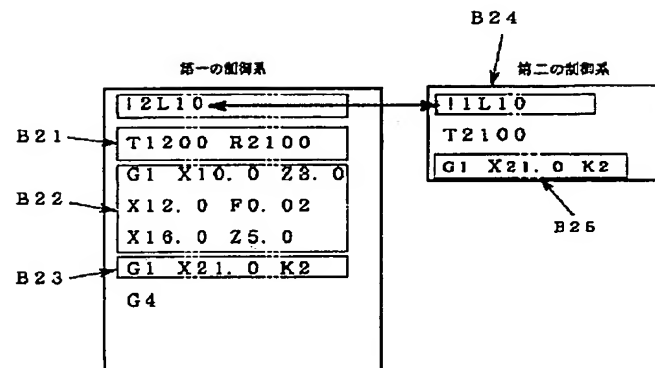
(c)

移動軸	内容
X1	する・しない
Y1	する・しない
Z1	する・しない
X2	する・しない
Y2	する・しない
Z2	する・しない
Z3	する・しない

【図4】



【図8】

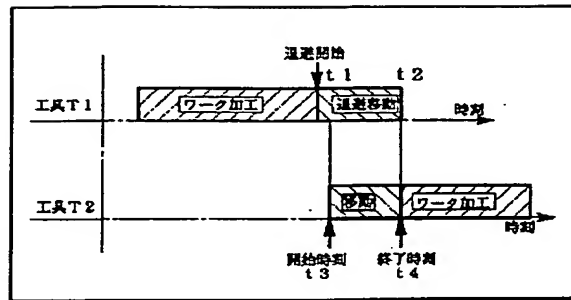


【図5】

工具番号	移動開始時刻	移動終了時刻
T11	**, **	**, **
T12	**, **	**, **
T13	**, **	**, **
T21	**, **	**, **
T22	**, **	**, **
T23	**, **	**, **

(a)

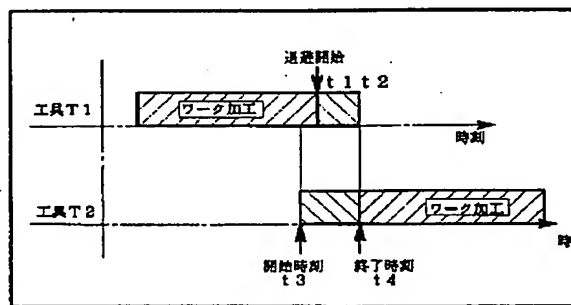
【図6】



(a)

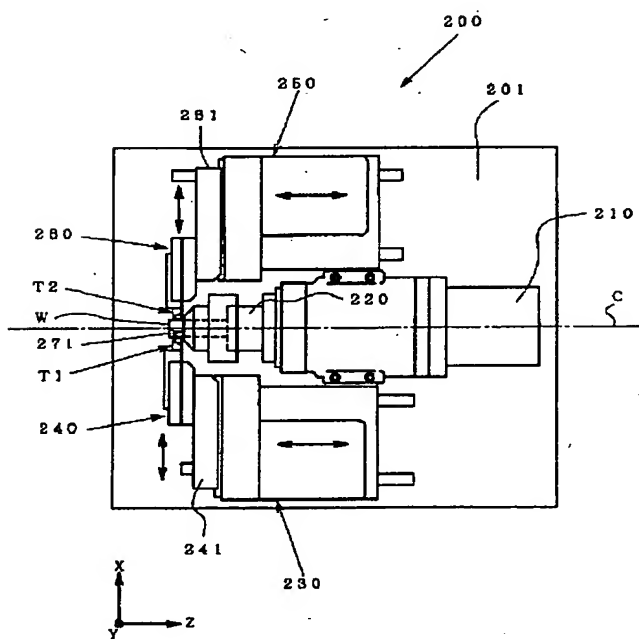
工具番号	移動開始位置	移動終了位置
T11	**, **	**, **
T12	**, **	**, **
T13	**, **	**, **
T21	**, **	**, **
T22	**, **	**, **
T23	**, **	**, **

(b)

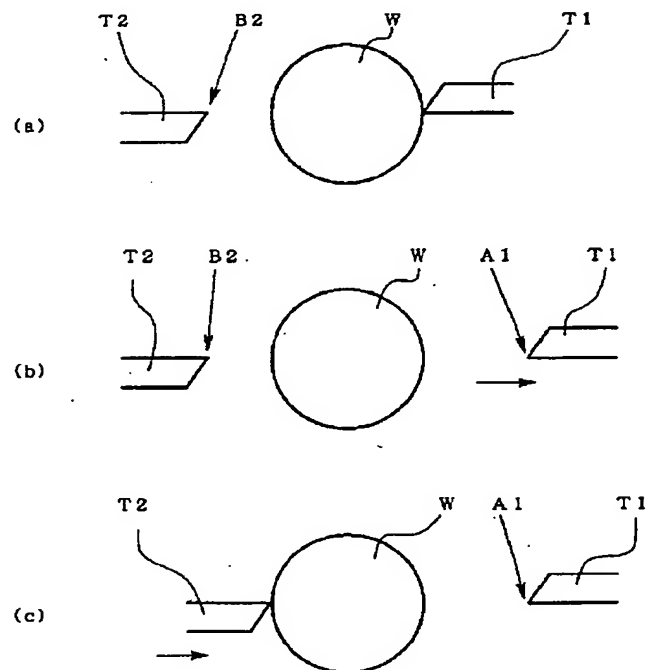


(b)

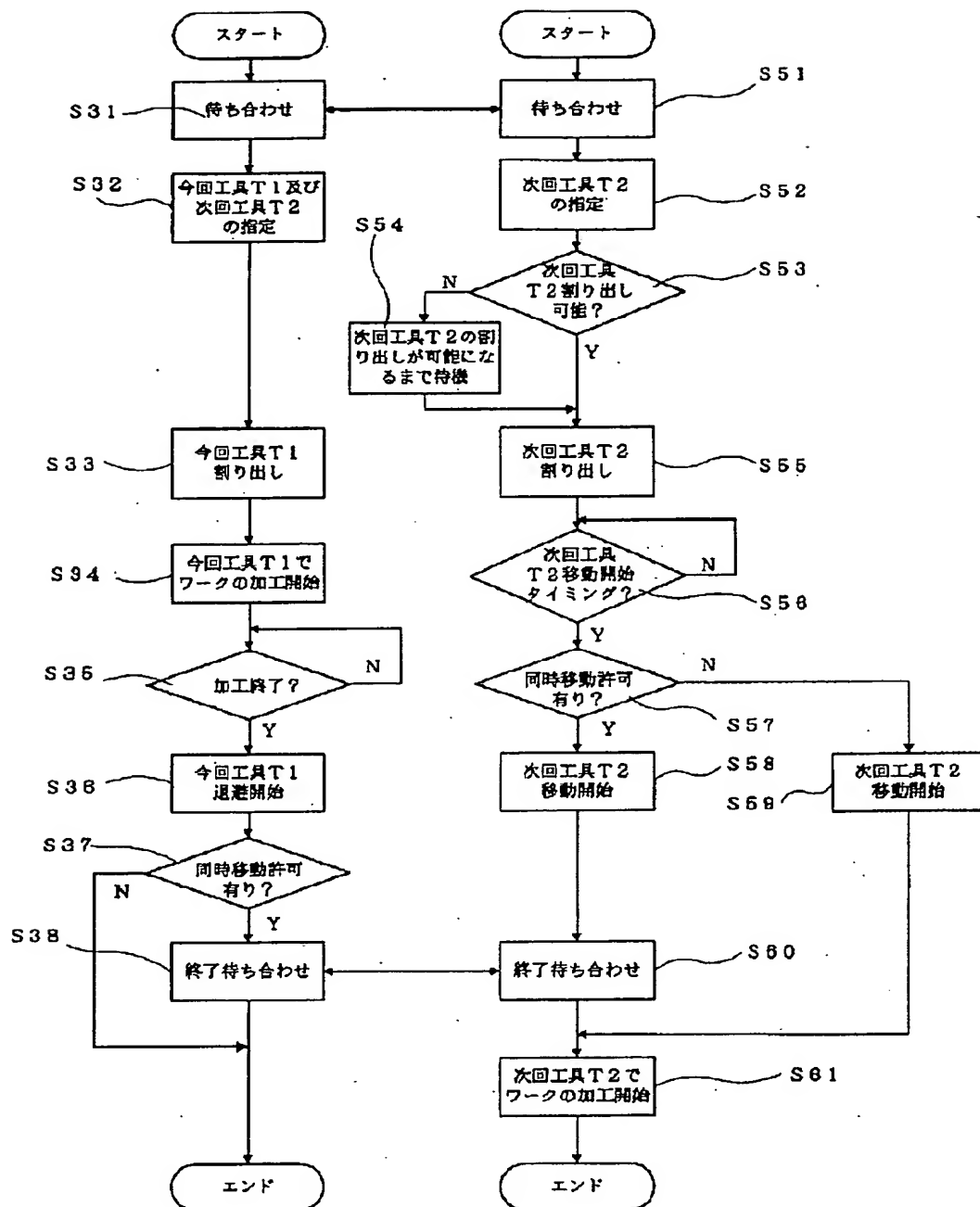
【図10】



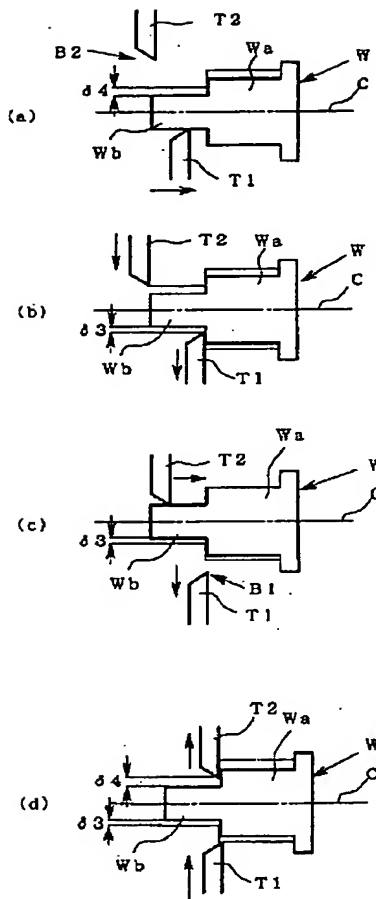
【図11】



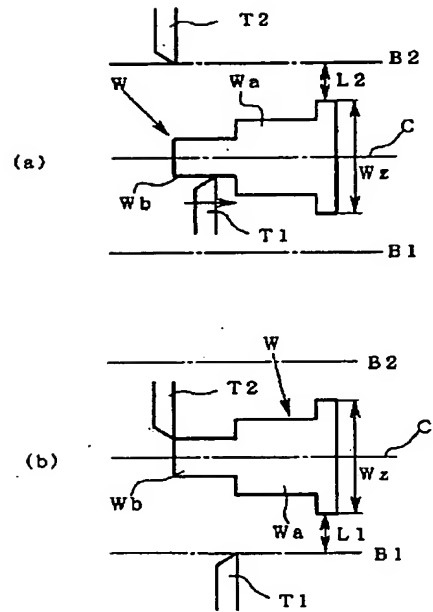
【図7】



【図9】



【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.